

■ 論 文 ■

# 도로사업 예비타당성조사에서 통행시간을 이용한 영향권 설정기법의 개발

Development of Method to Define Influence Area using Travel Time on the Feasibility Study

**김 강 수**  
(한국교통연구원 연구위원)

**오 동 규**  
(한국교통연구원 연구원)

**정 성 봉**  
(한국교통연구원 책임연구원)

## 목 차

- I. 서론
    - 1. 연구의 배경 및 목적
    - 2. 연구의 범위 및 방법
  - II. 기존 연구 고찰
  - III. 사례 고찰
    - 1. 영향권 설정 방법 분석
    - 2. 영향권에 따른 수요분석 결과의 변화
  - IV. 통행시간을 이용한 영향권 설정 기법
    - 1. 통행시간을 이용한 영향권 설정 기법의제안
    - 2. 실제 사례 적용
  - V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 영향권, 타당성조사, 통행시간, 경제성분석, 교통계획

## 요 약

영향권은 도로시설물 건설 이후에 통행패턴이 현저하게 변화되는 지역을 의미한다. 영향권은 교통수요 예측이나 경제성 분석시 공간적 범위를 결정하는 중요한 기준이 된다. 그러나 현존하는 영향권 설정 방법(O/D를 이용한 방법, 교통량의 변화를 이용하는 방법, 교통량의 변화율을 이용하는 방법)들은 영향권 설정에 대한 일정한 기준이 없어 분석가의 판단에 따라 임의로 영향권이 좌우되는 한계가 있다.

본 논문에서는 현재 사용되고 있는 영향권 설정방법을 분석하고, 통행시간을 이용한 영향권 설정방법을 새로이 제시하였다. 통행시간을 이용한 영향권 설정방법은 존간 통행시간자료를 바탕으로 사업지역 존 발생량을 기준으로 95%의 교통량이 통행하는 지역 중 통행시간의 95%에 해당하는 영역까지를 영향권으로 설정하는 방법이다. 또한 이 방법을 통해 영향권 설정에 대한 일정한 기준을 제시하였다.

'Influence Area' means the area that the traffic flow pattern of which is changed remarkably after the construction of highway facilities. The influence area would be a significant criteria for demand forecasting and economic analysis. However, existing methods for defining influence area such as O/D method, traffic volume variation method and rate of traffic volume variation method have no standard criteria.

In this paper, some problems which existing methods have are analyzed and a new method - travel time method - is introduced. Influence area can be induced as the area where the vehicles reach from starting traffic zone to ending zone to which 95 percentile vehicles want to travel. In addition, the value of standard criteria for defining influence area are induced via this method.

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

도로사업에서의 영향권은 신설되는 도로시설물에 의해 통행패턴이 현저하게 변화하는 지역을 의미한다. 영향권 설정은 수요예측과 경제성 분석과정에서 편익산정에 직접적인 영향을 미치기 때문에 매우 중요한 과정으로 일반적으로 직접영향권과 간접영향권으로 구분할 수 있으며, 도로 사업에 의한 편익 산정시에는 간접영향권까지 포함하여 계산된다(한국개발연구원, 2004).

현재 예비타당성조사 수요예측과정에서 영향권을 설정하는 방법으로는 사전적으로 영향권을 설정하는 방법인 O/D 기준 통행량의 누적비율과 사후적인 영향권설정 기준인 링크통행량의 변화량, 링크 통행량의 변화율 등이 존재하는데, 정확한 영향권설정을 위해 어떤 방법이 더 우수한가에 대해서는 알려진 바가 없다. 또한, 예비타당성 조사 지침 등 각종 교통수요분석 지침에서도 영향권 설정시 명확한 기준값을 제시하고 있지 않아 분석가의 주관에 따라 영향권 설정 권역의 크기가 좌우될 여지가 있다.

본 연구에서는 현재 예비타당성 조사 및 각종 교통수요 예측시 사용하고 있는 여러 가지 영향권 설정 방법의 장·단점을 분석하고, 기존에 제시되지 않은 방법인 통행시간을 이용한 영향권 설정 방법을 제시하여 모든 사업에 대해 일관성 있는 영향권 설정 기준을 마련하고자 한다.

### 2. 연구의 범위 및 방법

영향권 설정은 도로·철도 사업의 교통수요 분석시 가장 먼저 고려해야 할 사업의 공간적 범위를 결정하는 부분에 관한 것으로, 예비타당성조사 및 타당성 조사, 기타 교통수요 분석 조사 등 O/D 및 네트워크를 이용한 모든 분석에 적용될 수 있다.

본 연구에서는 현재 예비타당성조사에서 적용되고 있는 영향권 설정 방법에 대해 분석하고, 새로운 영향권 설정 기법을 제시한다.

본 연구에서 영향권 설정을 위한 기초자료는 국가교통DB에서 제공하는 KT\_DB 상의 전국 246개존 O/D 및 Network이고, 교통분석 프로그램은 emme/2를 사용하였다.

## II. 기존 연구 고찰

송지영(1999)의 연구에서는 고속도로 구간의 영향권을 설정하기 위해 TransCAD를 이용하여 임의의 Network를 대상으로 확률통행배정법을 이용하여 통행배정을 실시하고 통행시간 절감이 발생하는 셀의 범위를 영향권으로 설정하는 방법을 사용하였다. 실제 연구 수행 결과 전체 네트워크를 이용하여 계산한 통행시간 변화와 영향권 내부만을 Sub-Network화 하여 통행배정 후 계산한 통행시간 변화값은 동일하게 산출되었으며 임의의 지역까지 포함하여 통행시간 변화값을 구한 결과는 이와 달라 이 기법이 정확함을 보여주고 있다.

이 방법은 영향권의 정의에 가장 충실한 방법으로 임의의 Network에서는 가능하지만, 실제 네트워크에서는 통행배정 결과 값이 정확히 수렴되지 않는 경우가 대부분이고 특히 통행량이 과다하게 배정되어 정체가 생기는 구간은 그 지역과 상관없는 먼 지역의 작은 변화에 의해 큰 교통량 변화가 생기는 현상 등이 발생한다. 따라서, 이 방법은 이론적으로 가장 충실한 방법이지만 현실적으로 사용하기에는 무리가 있다.

양지청(2003)은 대규모 공공투자사업이 국가 및 지역경제에 미치는 영향을 측정할 수 있는 방안을 제시하였다. 양지청은 영향권 지수(IZMI: Impact Zone Measurement Index)개념을 도입하여 한 지역의 특정 도로시설물에 대한 영향력을 수치화하여 표현하였는데, 영향권지수 함수의 변수는 특정 시·군의 IC로부터의 거리, 특정 시·군의 1인당 자동차 보유대수, 타 고속도로와의 거리와 특정고속도로와의 거리 비율, 특정시설 유무에 따른 dummy변수 등으로 구성되어 있다.

이 연구에서는 '각 지점에서의 변수(DI, CAR, DOR, Z 등)의 값 정의 → 각 변수의 선형함수로 정의되는 영향권 지수의 상대적 서열 정의 → 임의의 한 지점에서의 영향권지수 가정 → 영향권 지수의 서열조건에 만족할 때까지 영향권 지수를 재가정하여 반복계산 → 각 지점에서의 영향권 지수 도출'의 과정을 거치게 되는데 이 결과 값은 상대적인 영향력의 차이를 나타내는 값으로 투자우선순위 결정이나 상대적 투자규모 결정 등에는 사용할 수 있으나 본 연구에서 필요한 영향권의 절대적 범위를 산정하는 데에는 무리가 있다.

김홍배(2005)는 양지청(2003)의 영향권지수 모형을 이용하여 민간투자 고속도로의 영향권 측정에 관한 모형을 개발하였다. 이 모형 역시 특정 도로시설물에

대한 관련지역의 상대적 영향력을 수치화한 것으로 본 연구의 취지와는 맞지 않는다. 또한, 이 연구는 동일한 도로시설물이 공공투자로 건설될 경우와 민간투자로 건설될 경우의 영향권의 차이를 보여주기 위한 목적으로 수행된 연구로 단거리구간의 타당성조사를 위한 본 연구의 연구범위를 벗어난다.

### III. 사례 고찰

#### 1. 기존 영향권 설정 방법 분석

「도로·철도 사업부문의 예비타당성조사지침 제4판(한국개발연구원, 2004)」에서는 예비타당성조사시 적용할 영향권 설정의 기법에 대해 3가지 방법을 제시하고 있는데, 그 내용은 각각 식(1),(2),(3)과 같다.

- O/D 기준 통행량 비율

$$PV_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_{ij}} \times 100 \quad (1)$$

- 교통량 변화량

$$DV^k = |V_{시행}^k - V_{미시행}^k| \quad (2)$$

- 교통량 변화율

$$RV^k = \frac{|V_{시행}^k - V_{미시행}^k|}{V_{미시행}^k} \times 100 \quad (3)$$

여기서,

$PV_{ij}$  : 존 i의 발생교통량 가운데 존 j지역 도착 교통량이 차지하는 비율(%)

$DV_k$  : 사업시행시 링크 k의 교통량 변화량

$RV_k$  : 사업시행시 링크 k의 교통량 변화율(%)

$V_{시행}^k$  : 사업시행시 링크 k의 교통량

$V_{미시행}^k$  : 사업미시행시 링크 k의 교통량

O/D를 이용한 방법은 통행배정 과정 이전에 적용할 수 있는 방법으로, 단순히 O/D로 판단하여 사업지역에서 출발하는 통행량이 많이 도착하는 지역까지를 영향권으로 설정하는 방법이다. 이 방법은 네트워크를 구축하기 전에 개략적인 영향권을 판단할 수 있다는 장점이 있으나 사업노선의 건설 여부나 사업노선의 특성에 따

라 변화하지 않는 O/D를 이용하기 때문에 노선변화의 속성을 반영하지 못하는 한계가 있다.

교통량의 변화를 이용하는 방법은 사업노선을 반영하여 통행배정 실시 후 미시행시 교통량과 시행시 교통량의 변화량 또는 변화율을 계산하여 변화량 또는 변화율이 일정량 이상인 지역까지를 영향권으로 설정하는 방법이다. 이 방법은 영향권 설정의 본래 목적인 '통행 패턴이 현저하게 변하는 지역'을 찾아낼 수 있는 가장 직접적인 방법이다.

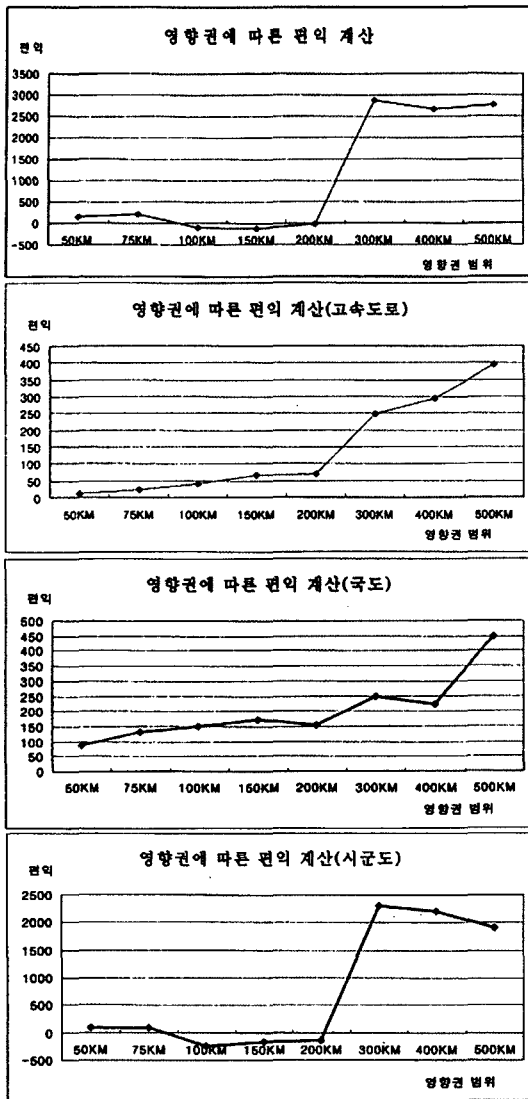
그러나 이 방법은 교통량이 많고 적음에 따라 영향권 설정의 기준이 바뀌고 실제 emme/2 등의 프로그램을 이용하여 통행배정을 실시하는 과정에서 영향권의 크기를 조정해가면서 시행착오방법(trial and error)으로 수행해야 하기 때문에 분석가의 주관적인 판단과 능력에 좌우될 수밖에 없는 한계를 지닌다.

#### 2. 영향권에 따른 편익분석 결과의 변화

「도로·철도 사업부문의 예비타당성조사지침 제4판(한국개발연구원, 2004)」에서 영향권의 권역 범위에 따라 통행시간절감 편익의 변화를 제시하고 있는데 그 결과는 <그림 1>과 같다.

<그림 1>은 2011년 기준 network 및 O/D를 사용하여 '포천~철원간 국도 확장사업'을 가정하고 사업 시행 전·후에 따른 시간절감 편익을 그래프로 나타낸 것이다. 영향권의 범위를 대상지역을 기준으로 반경 50km, 75km, 100km, 200km, 300km, 400km로 각각 설정하여 편익을 구하였고, 이를 도로 유형별로 구분하여 각각의 편익을 구하였다.

첫 번째 그림에서 알 수 있듯이 영향권의 크기에 따라 편익산정의 결과 값이 달라짐을 알 수 있다. 특히 300km까지는 ±200억원 정도로 차이를 보이다가 300km 이후에는 갑자기 2,700억원대로 급증하는데 이는 도로 유형별로 살펴본 결과도 대동소이하다. 분석 결과 시군도의 편익계산값에서 300km이후 가장 급증하는 현상을 볼 수 있는데, 이는 과업구간의 국도 확장 사업의 결과라기 보다는 네트워크 및 통행배정의 한계에 의한 결과라는 것을 알 수 있다. 사업구간에서 300km 이상 떨어진 대구 달성군의 connector에 연결된 link에서 과도한 v/c가 산출되고 그 구간에서 시간절감 편익이 2,000억원으로 산출되는 오류가 발견되었다. 이처럼 해당 사업과 상관없는 구간에서 생기는 계산상의 오류 때문에 전체 편



〈그림 1〉 영향권에 따른 편익계산 결과

익 값이 크게 달라지는 현상이 빈번히 나타나며, 이를 위해 분석가는 통행배정 결과를 세밀히 점검하고 영향권을 재설정하여 분석에 임할 필요가 있다.

#### IV. 통행시간을 이용한 영향권 설정 기법

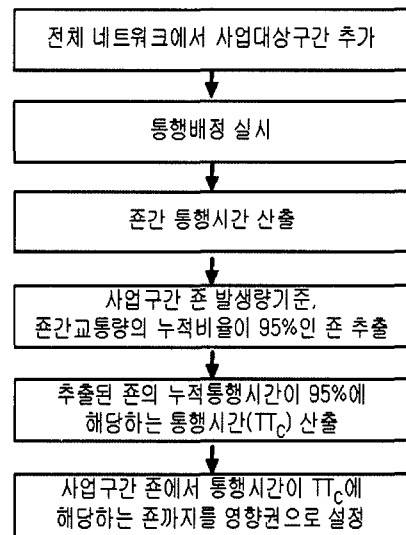
##### 1. 통행시간을 이용한 영향권 설정 기법의 제안

이상에서 살펴본 바와 같이 도로 사업의 교통수요 분석에서 영향권은 중요한 의미를 지니며 영향권의 설정에 따라 사업의 편익이 뒤바뀌고 이에 따라 사업 시행여부

를 좌우하는 경우도 발생한다. 또한 영향권의 올바른 설정은 현실에서는 일어나지 않는 네트워크 계산상의 오류를 바로잡아 컴퓨터 프로그램을 이용한 통행배정 결과의 신뢰성을 제고한다는 데에도 큰 의미가 있다.

본 연구에서는 기존에 고려되지 않았던 통행시간을 이용한 영향권 설정 기법을 제안하고자 한다. 기존의 O/D, 교통량 변화 등을 이용한 영향권 설정방법은 각 기장·단점을 지니고 있으며, 영향권의 설정에 대한 일정한 기준이 없어 분석가의 판단에 근거하여 시행착오를 통한 반복수행의 결과로 설정되었다. 본 연구에서 제안하는 통행시간을 이용한 영향권 설정 기법은 이와 같은 문제점들을 해소하여 객관적이고 합리적으로 영향권을 설정할 수 있는 방법을 제시한다.

통행시간을 이용한 영향권 설정 기법은 아래와 같은 절차에 의해 진행된다.



〈그림 2〉 영향권 설정 절차

영향권 설정의 첫 번째 단계는 전체 네트워크(일반적으로 KT\_DB상의 246개 존 전국 네트워크)에 사업구간의 링크를 추가하는 과정이다. 도로 신설이나 확장 등 사업 특성에 따라 네트워크상에 링크를 추가 또는 수정하는데, 이 과정은 영향권을 산출하기 위한 개략적인 추가과정으로 실제 통행배정을 실시할 때와 같이 세부 존 분할, 세부 링크 추가 등의 과정은 생략한다. 네트워크의 변화를 주는 것은 네트워크의 변화에 따라 해당 존에서의 통행시간이 달라지기 때문에 이를 영향권 설정시 반영하기 위한 것이다.

다음 단계로 통행배정을 실시하고 존간 통행시간을 산출한다. 모든 교통수요분석 프로그램 패키지는 링크 통행시간, 존간 통행시간을 산출하는 기능을 지니고 있는데 이 과정에서는 존간 교통량과의 관계를 고려하기 위해서 존간 통행시간 자료를 사용한다.

이와 같은 과정을 통해 얻어진 존간 교통량과 존간 통행시간 자료를 이용하여 영향권을 설정하기 위해서 각각의 자료에 대해 일정한 기준에 의한 선별과정을 거치게 된다. 이 때의 기준은 교통량, 통행시간의 누적량 기준 95%를 적용한다. 95% 기준은 통계학상에서의 확률적 유의수준 95%와는 다른 개념이며, 본 연구에서 95% 기준을 적용한 배경은 다음과 같다.

교통개발연구원(2003)의 「2002년 국가교통DB구축 사업 중 전국 지역간 여객통행량 분석」에 제시된 바와 같이 총 통행량의 통행시간별 분포는 로그노말(Log-normal) 분포를 따른다. 이에 따라 통행량은 통행시간을 독립변수로 하는 새로운 확률분포로 나타낼 수 있으며, 이 확률분포에 통계적 유의수준 95%를 적용하여 유의한 통행시간을 추출한 것이다. 이 전 과정에서 발생량을 기준으로 누적 통행량이 95%인 도착존을 추출하는 단계의 '95%'는 기존의 O/D를 이용한 방법에서 5%를 적용한 것과 같은 개념으로, 본 연구에서 가정한 사항이다. 존간 교통량의 누적비율의 한계에 대해서는 추후 추가로 연구할 필요가 있다.

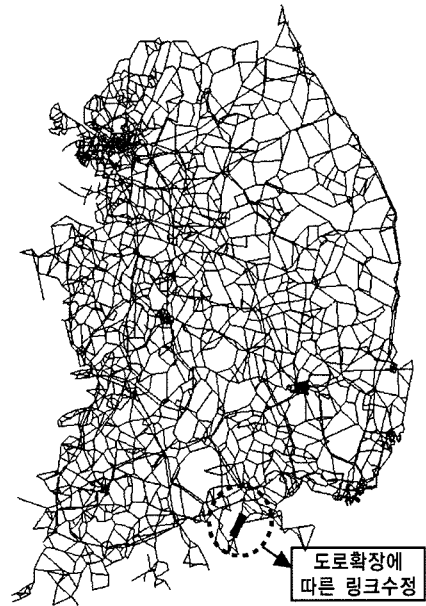
따라서, 하나의 존에 대한 발생량 기준으로 누적 통행량이 95%인 도착존 중 통행시간에 대한 누적 통행량이 95%인 도착존 까지를 영향권으로 설정할 수 있다.

## 2. 실제 사례 적용

앞 절에서 제안한 영향권 설정 기법 타당성 및 적용성을 검토해보기 위해 「삼동~창선간 국도(3호선) 확장 사업 예비타당성 조사」수행 과정에 직접 적용해 보았다. 당 조사는 2005년 4월~7월간 한국개발연구원에서 주관하여 한국교통연구원에서 수행한 조사 사업이다.

위의 방법을 적용하기 위해서 우선 기본 network에 링크를 추가 또는 수정하고(〈그림 3〉 참조) 통행배정을 실시하여 존간 통행시간을 산출한다(〈표 1〉 참조). 이 때 네트워크와 O/D는 개통년도인 2016년 자료를 사용하였다. 다음 과정으로, 교통량이 큰 존부터 차례로 교통량을 누적인 후 총 교통량의 95%가 되는 존만을 추출하고, 추출된 자료에서 통행시간 순으로 교통량을

누적인 후 총 교통량의 95%가 되는 존까지의 통행시간을 구한다(〈표 2, 3〉 참조). 이 결과 95% 이내에 해당하는 통행시간인 217.5분을 산정할 수 있고, 이에 따라 남해군에서 통행시간이 217.5분 이내인 존이 이 사업의 영향권이라 할 수 있다. 이와 같은 과정을 통해 설정된 영향권은 〈그림 4〉와 같다.



〈그림 3〉 사업구간 링크 수정

〈표 1〉 존간 통행시간 산출결과

출발존	도착존	통행시간(분)	통행량(대/일)**
237*	1	371.5	1.40
237	2	367.3	1.07
237	3	367.2	1.81
237	4	361.9	2.63
237	5	352.9	2.99
237	6	360.8	2.95
237	7	355.5	3.42
237	8	364.9	3.43
237	9	370.2	2.80
⋮	⋮	⋮	⋮
237	234	84.36	3.81
237	235	122.6	1.12
237	236	47.45	18.76
237	238	39.13	70.17
237	239	66.35	3.03
237	240	99.83	4.85
237	241	114.8	1.90
237	242	105.3	1.01

\* 존 237 : 남해군

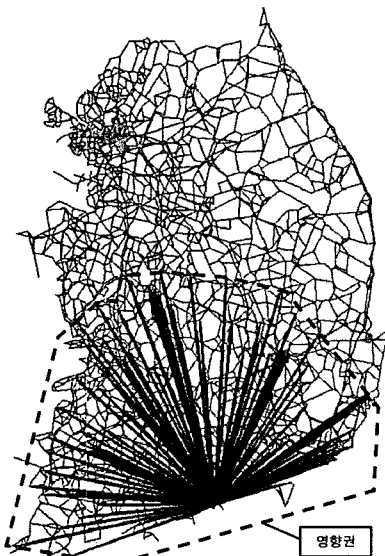
\*\* 통행량은 승용차 통행량

〈표 2〉 누적교통량 95% 존 추출

출발존	도착존	통행시간(분)	통행량(대/일)	비율(%)	누적비율(%)
237	225	47.88	293.42	15.4%	15.4%
237	178	140.7	187.47	9.8%	25.2%
237	223	110.6	95.57	5.0%	30.2%
237	224	83.59	92.89	4.9%	35.0%
237	238	39.13	70.17	3.7%	38.7%
237	181	44.77	68.76	3.6%	42.3%
237	228	11.27	58.46	3.1%	45.3%
∴	∴	∴	∴	∴	∴
237	75	336.8	2.81	0.1%	94.8%
237	13	374.9	2.80	0.1%	94.9%
237	9	370.2	2.80	0.1%	95.1%
237	77	324.7	2.79	0.1%	95.2%
237	202	167.8	2.77	0.1%	95.3%
∴	∴	∴	∴	∴	∴

〈표 3〉 누적통행시간 95% 존 추출

출발존	도착존	통행시간(분)	통행량(대/일)	비율(%)	누적비율(%)
237	228	11.27	58.46	3.2%	3.2%
237	238	39.13	70.17	3.9%	7.1%
237	181	44.77	68.76	3.8%	10.9%
237	236	47.45	18.76	1.0%	11.9%
237	225	47.88	293.42	16.2%	28.1%
237	179	61.3	23.95	1.3%	29.4%
∴	∴	∴	∴	∴	∴
237	67	203.1	2.87	0.2%	94.2%
237	71	206.5	3.76	0.2%	94.4%
237	201	217.5	7.99	0.4%	94.8%
237	200	221.7	3.54	0.2%	95.1%
237	134	227.9	4.62	0.3%	95.3%
237	199	228.1	3.67	0.2%	95.5%
237	133	228.8	3.07	0.2%	95.7%
∴	∴	∴	∴	∴	∴



〈그림 4〉 통행시간을 이용한 영향권 설정결과

### V. 결론

교통수요 분석시 영향권 설정은 사업 시행에 의해 현저한 통행패턴의 변화가 나타나는 지역을 찾기 위한 것이다. 즉, 통행패턴의 변화가 실제 사업 시행에 의한 효과인지, 시뮬레이션 과정에서 나타날 수 있는 오차인지를 구분짓는 기준이 되는 지역을 의미한다. 그렇기 때문에 영향권 설정은 수요분석 과정 중 편익산정 등에서 큰 영향을 미치는 요소이다. 그러나, 현재 예비타당성 조사를 비롯한 각종 교통수요분석조사에서 사용하고 있는 영향권 설정방법의 개념은 영향권의 기본개념과 부합하지만 영향권을 설정할 수 있는 일정한 기준이 없어 분석가의 판단에 의해 좌우될 여지가 있고 또한 분석가의 입장에서도 영향권 설정에 많은 시간과 노력을 투자해야 하는 실정이다.

본 연구에서는 통행시간을 이용하여 영향권을 설정할 수 있는 방법을 제안하였다. 통행배정의 기본 자료인 O/D와 Network가 제시되어 있을 경우 간단한 통행배정 절차를 거쳐 존간 통행시간을 구할 수 있는 점을 활용하여 사업구간이 속한 존의 발생량을 기준으로 총 통행량의 95%가 속한 존까지를 1차 대상권으로 간주하고, 그 존에서 발생하는 교통량의 통행시간 중 누적통행시간이 95%에 해당하는 존까지의 통행시간을 영향권의 범위로 설정하였다. 그리고 이와 같은 방법을 「삼동~창선간 국도(3호선)확장 사업」의 경우에 직접 적용시켜 영향권을 산정해보았다.

따라서, 본 연구는 분석가의 판단에 따라 영향권의 크기가 결정되어 분석에 임의성이 포함될 수 있는 기존의 영향권 설정 방법의 한계점을 보완하고, 교통수요 분석 초기단계에서 비교적 간단한 절차로 영향권을 설정할 수 있는 기법을 제시하였으며, 영향권 설정에 대한 명확한 기준 제시로 분석가의 판단에 의존한 오류 발생의 여지를 최소화하였다는 데 의의가 있다.

향후 본 연구에서 영향권을 설정하는 기준에 대한 보다 심도있는 연구가 필요하며, 고속도로 사업, 철도 사업 등 지속적인 적용을 통해 그 타당성을 검증하고 보완해야 할 것이다.

### 참고문헌

1. 한국개발연구원(2004), 도로·철도 사업부문의 예비타당성조사 지침 제4판.
2. 교통개발연구원(2003), 2002년 국가교통DB구축

사업 중 전국 지역간 여객통행량 분석, p.75.

3. 송지영(1999), 고속도로구간 영향권 설정기법 개발, 제36회 학술발표회, 대한교통학회.
4. 양지청(2003), 대규모 공공투자사업이 국가 및 지

역경제에 미치는 영향 측정방안, 대한국토·도시계획학회지 제38권 제4호.

5. 김홍배(2005), 민간투자 고속도로의 영향권 측정에 관한 연구, 대한국토·도시계획학회지 제40권 제1호.

✻ 주 작 성 자 : 김강수

✻ 논문투고일 : 2005. 10. 29

✻ 논문심사일 : 2005. 11. 30 (1차)  
2005. 12. 15 (2차)

✻ 심사판정일 : 2005. 12. 15

✻ 반론접수기한 : 2006. 4. 30